

Japanese Patent Laid-Open S61-84089

Laid-Open : April 28, 1986

Application No. : S59-204101

Filed : October 1, 1984

Title : CIRCUIT BOARD HAVING A HIGH HEAT CONDUCTIVITY

Inventor : Nobuo IWASE, et al.

Applicant : Toshiba Corporation

A circuit board having a high heat conductivity characterized in that a conductive layer is formed by using a thick film paste containing at least one selected from lead and silicon forming a chemical bond on a surface of a aluminum nitride ceramic substrate.

⑬ 日本国特許庁(JP)

⑭ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-84089

⑮ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑯ 公開 昭和61年(1986)4月28日

H 05 K 1/03  
C 04 B 41/88  
H 05 K 1/09  
3/12

7216-5F  
7412-4G  
6679-5F  
6736-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑰ 発明の名称 高熱伝導性回路基板

⑱ 特 願 昭59-204101

⑲ 出 願 昭59(1984)10月1日

⑳ 発 明 者 岩 瀬 錫 男 川崎市幸区小向東芝町1 株式会社東芝総合研究所内  
㉑ 発 明 者 安 斎 和 雄 川崎市幸区小向東芝町1 株式会社東芝総合研究所内  
㉒ 発 明 者 篠 崎 和 夫 川崎市幸区小向東芝町1 株式会社東芝総合研究所内  
㉓ 発 明 者 佐 藤 登 横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜金属工場内  
㉔ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 川崎市幸区堀川町72番地  
㉕ 代 理 人 弁 理 士 則 近 憲 佑 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

高熱伝導性回路基板

2. 特許請求の範囲

(1) 窒化アルミニウムセラミック基体上に、ケミカルボンドを形成する鉛および陸素の少なくとも一種を含有する厚膜ペーストから形成された導体層を有することを特徴とする高熱伝導性回路基板。

(2) 前記厚膜ペーストと窒化アルミニウムセラミック基体とは鉛および陸素の少なくとも一種と陸素とが共存する接合層を介して接合することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の高熱伝導性回路基板。

3. 発明の詳細な説明

〔発明の技術分野〕

本発明は、實質的に窒化アルミニウムセラミックからなる基体(以下、A<sub>2</sub>N基体という。)を用いた高熱伝導性回路基板に関する。

〔発明の技術的背景とその問題点〕

従来から回路基板として用いられている材料として、A<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等のセラミック基板、樹脂基板等の各種の材料がある。なかでもA<sub>2</sub>O<sub>3</sub>セラミック基板は、機械的強度、電気的絶縁性に優れており、また、グリーンシート化が容易であるため多層配線等の高密度配線が可能であり、広く用いられている。

一方、近年の電子機器の小形化等の進展に伴い、回路基板上の電気素子(IC等)実装密度が高くなってきている。さらに、パワー半導体等の搭載も考慮すると回路基板上での発熱量が大きくなる傾向があり、放熱を効果的に行うことが要求される。

しかしながらA<sub>2</sub>O<sub>3</sub>セラミック基板の熱伝導率は20W/m・K程度と低く、発熱量が多い場合に基板側からの放熱が余り期待できない。従って、高密度実装、パワー半導体搭載モジュール等の類の基板側からの放熱を考慮すると、機械的強度、電気的絶縁性等の回路基板として要求される特性を備え、かつ、熱伝導性の良好な回路基板

の開発が要求されている。

近年のファインセラミックス技術の進展に伴い、SiC、AlN等の機械的強度に優れたセラミック材料が開発されている。これらの材料は熱伝導性も優れ、構造材としての応用が研究されている。また、SiCの良好な熱伝導性を利用して、これを回路基板として用いようとする動きもあるが、誘電率が高く、絶縁耐圧が低いため、高周波、高電圧が印加される素子の密装を考慮すると問題がある。

AlN基体は、電気絶縁性、熱伝導性とにも良好であり、回路基板への応用が有望視される。しかしながらAlNは、例えば金属アルミニウム溶融用のルツボとして用いられているように、金属に対する腐れ性が悪く導体層の形成は困難とされていた。従ってAlN基体に直接導体層を形成した回路基板はなく、せいぜいサイリスタ等の電力用半導体を有機系の接着剤で固定し放熱板として利用する程度であった。

特開昭52-37914号、特開昭50-13

PbまたはSiが存在するとき、強力な接合が得られることを見出した。そしてこの様な厚膜ペーストを用いて導体層を形成した時には、導体層とAlN基体との間にPb、Siの少なくとも一種およびOが共存した接合層が形成されていることを見出した。

すなわち本発明は、強化アルミニウムセラミック基体上に、ケミカルボンドを形成する鉛および酸素の少なくとも一種を含有する厚膜ペーストから形成された導体層を有することを特徴とする高熱伝導性回路基板である。

この接合層におけるPb、SiおよびOの結合状態は、その割合が極めて悪いため、どのような化合物を形成し、どのような組織で強固な接合を生み出すかは明らかではないものの、おそらく(Pb, Si)-Oの複雑な化合物を形成し、これがAlN基体と、厚膜ペーストの主成分である例えばAu、Cu等とを強力に結合しているものと考えられる。

この接合層の厚みは極めて悪いため絶対的な厚

2022号等に銅板をセラミックに直接接合する技術が開示されており、この技術を用いてAlN基体上に導体層を形成することも考えられるが、微細パターンの形成には限界があり、厚膜ペーストを用いて回路パターンを形成する技術が要求されている。

しかしながら前述のごとくAlN基体の金属に対する腐れ性の悪さから、厚膜ペーストによる回路形成は困難であった。

〔発明の目的〕

本発明は以上の点を考慮してなされたもので、AlN基体上に導体層を形成することにより、電気的絶縁性、機械的強度および熱伝導性に優れた高熱伝導性回路基板を提供することを目的とする。

〔発明の概要〕

本発明は、熱伝導性の良好なAlN基体上に導体層を形成し、AlN基板を回路基板に応用することを基本とするものである。

本発明者等がAlN基体と厚膜ペーストとの接合について研究を進めた結果、厚膜ペースト中に

みを規定することは困難であるが通常数 $\mu\text{m}$ 程度、0.5~20 $\mu\text{m}$ で充分である。余り厚いとかえって剥離しやすくなってしまふ。

また、接合層中におけるPb、SiおよびOの含有量は、その分析が困難であり特定化できないが、鉛および酸素の少なくとも一種および酸素が共存すれば良いことが実験により確認された。

また、この様な接合層を形成するためには、厚膜ペースト中に鉛および酸素の少なくとも一種を含有させておけばよい。酸素は、鉛等を酸化物として添加して供給してもよいし、ペースト中のバインダー等の有機物からの供給でもよいし、酸化性の雰囲気中で焼成を行なって酸素を供給してもよい。さらにAlN基体中にあらかじめ酸素を含有させておいてもよい。この様な方法としては、酸素を含む原料を用いる方法、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 等の酸化物を含有させる方法、表面を酸化する方法等がある。

この様な厚膜ペーストを用いることにより、ペースト焼成時にPb、Si、O原子が接合境界面に移動、集中し、Pb、SiおよびOの共存する

接合部を形成する。この接合部の形成に必要な鉛および珪素の厚膜ペースト中の量は少量でその効果を発揮するが、実質的に、0.005 wt% (金属原子換算) 程度以上であれば顕著な効果が現れる。多すぎると、導体層の電気抵抗が増大してしまい、また、接合強度の増大にもつながらないため、上限は5 wt% (金属原子換算) 程度である。また、鉛は焼成時に一部還元されて金属鉛として析出することがある。これは回路基板としての耐腐性の低下につながる。還元性雰囲気での焼成の場合はその可能性が強く、鉛の含有量としては4 wt% (金属原子換算) 以下であることが好ましい。

厚膜ペーストは一般的に、主成分となる導体粉とスラリー化のための溶剤、バインダーおよび接合に寄与する成分等を含み、セラミック基体との接合構造としては、接合が化学的に行なわれるケミカルボンドタイプ、ガラスの接着によるガラスボンドタイプ、およびこの混合系であるミックスボンドタイプがある。本発明に係る厚膜ペーストはケミカルボンドタイプ、もしくは、ケミカルボ

ンドを主体としたものであり、ケミカルボンドに悪影響を与えない範囲でガラス成分を含んでも良いが、基本的にガラス成分は含まない。ガラス成分を含有していると、焼成時に熱膨脹係数の違いからクラック等が発生し易く、接合力が低下するばかりか、電気抵抗も増大してしまう。例えば、硼酸鉛ガラス等の鉛、珪素を含むガラスフリットを含有するペーストは接合力が小さく、この傾向は添加物を実質的に含まないホットプレス法によるA2N基体の場合に特に顕著である。

A2N基体は、A2N原料にY、希土類元素、アルカリ土類元素等の添加物を加えて (金属元素換算で0.01~15 wt%程度) の常圧焼結、ホットプレスする方法、酸素を7 wt%以下程度含有するA2N原料を用いて前記添加物を加えての常圧焼結、ホットプレスする方法、また、実質的に添加物を加えることなくA2N原料単独でのホットプレスする方法等で製造する。本発明は添加物の有無にかかわらずA2N基体であればどのような方法で製造されたものにも適用できる。

A2N基体の熱伝導率は、 $40 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 以上、例えば $100 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ とアルミナセラミックの $20 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ に比べ格段に優れており、機械的強度 $40 \sim 50 \text{ kg/cm}^2$  (アルミナ $25 \text{ kg/cm}^2$ )、電気的絶縁耐力 $140 \sim 170 \text{ kV/cm}$  (アルミナ $100 \text{ kV/cm}$ ) と回路基板として要求される特性がアルミナ以上である。この様なA2N基体に、鉛および珪素の少なくとも一種を含有する厚膜ペーストを用い、導体層とA2N基体との強固な接合を得ることができるため、A2Nセラミックの良好な特性を生かして、高熱伝導性回路基板を得ることができるのである。

さらに、 $800^\circ\text{C} \sim 900^\circ\text{C}$ の比較的低温でその接合を得ることができるという効果も有する。従って、一般的な厚膜ペースト用の焼成炉での焼成が可能であり、製造が容易である。

本発明に用いられる厚膜ペーストとしては、Au, Ag, Pt, Cu, Ni, Ru,  $\text{RuO}_2$ 等の金属、金属酸化物等を導電体として用いる各種導体路用、抵抗用等のペーストを用いることが

できる。また、誘電体ペーストにも応用が可能である。

#### [発明の効果]

以上説明したように、本発明によれば、A2N基体上に導体層を強固に接合することができるため、電気的絶縁性、機械的強度に優れた高熱伝導性回路基板を得ることができる。また厚膜ペーストによる回路パターン形成ができるため、回路パターンの微細化にも対応できる。

この回路基板は比較的発熱量の多い、高密度実装用、パワー半導体搭載用として好適である。

#### [発明の実施例]

以下に、本発明の実施例を説明する。

##### (実施例1)

A2N原料粉末を成型の後、窒素ガス雰囲気中 (酸素残存量10ppm以下)  $1800^\circ\text{C}$ 、 $300 \text{ kg/cm}^2$ 、2Hの条件でホットプレス焼結を行ないA2N基体を得た。次いで、 $\text{PbO}$ 、 $\text{SiO}_2$ を含有したAuペースト (Pb原子換算で1.49 wt%、Si原子換算で0.23 wt%) を

用い、250メッシュのスクリーンでパターン形成を行ない、120℃、10min、air中で乾燥の後、850℃、10min、air中で焼成し、導体路としてのパッド(2×2mm、6個)を形成した。

次いでパッド上にロジン系のフラックスを塗布し、240℃ハンダ槽(2%Au/63%Sn/35%Pb)に浸漬し、予備ハンダを施した後、試験用ワイヤをハンダづけし、密着強度を調べた。なお密着強度はインストロン引張り試験機を用いて引張り速度0.5cm/minで行なった。

密着強度は、最大2.3kg/cm<sup>2</sup>、最小1.5kg/cm<sup>2</sup>で平均2kg/cm<sup>2</sup>と強固に接合していることが確認された。

このときの接合状態をXMA(X-ray micro analyzer)面分析でしらべ、第1図として示す。第1図(a)はAu、第1図(b)はO、第1図(c)はSi、第1図(d)はPbである。第1図から明らかなように、Pb、SiおよびO原子が接合界面に集中し接合層を形成していることが

図から分るように、この場合もPb、Oの移動、集中が見られた。この場合も、ガラス成分は観察されなかった。第4図はこの試料のXMA線分析の結果であるが、2~3μmの接合層を形成していることが分る。

#### (実施例3)

AlN原料粉末97wt%に酸化イットリウムを3wt%添加し、混合成型したのち、窒素ガス雰囲気中、1800℃で常圧焼結を行なってAlN基体を得た。このAlN基体の熱伝導率は、120W/m・Kと良好な値を示した。

次いでこのAlN基体上にPbO、SiO<sub>2</sub>(Pb 1.49wt%、Si 0.23wt%)含有のAuペーストで導体路を形成した。焼成は実施例1と同様の条件で行なった。

密着強度は、1~2kg/cm<sup>2</sup>と強固な接合を形成していることが確認された。

以上実施例で説明したように、添加物を含むと含まないにかかわらずAlN基体上に厚膜ペーストによるパターン形成ができ、AlN基体の持

分る。なお、ガラス成分は観察されなかった。同じ試料の、XMA線分析の結果を第2図に示す。酸素等が約5μm幅の接合層中に集中していることが分る。この結果から、ペースト中には均一に存在していたSiO<sub>2</sub>、PbOが焼成により接合界面に移動し、強固な接合に寄与していることが分る。また、このような移動により導体路表面でのAu純度が向上することになり、ワイヤの接合力が向上するという効果をも得ることができる。

#### (実施例2)

酸素含有量3wt%のAlN原料を用い、実施例1と同様に形成したAlN基体(熱伝導率は、60W/m・K)に、PbO(Pb原子換算で1.49wt%)、Si(0.47wt%)を含有したCuペーストで導体路を形成した。焼成を窒素雰囲気中で行なった以外は実施例1と同様の条件で行なった。密着強度は、平均1.4kg/cm<sup>2</sup>と十分な値を得ることができた。

第3図はXMA面分析であり同図(a)がCu、同図(b)がPb、同図(c)がOである。第3

つ高熱伝導性、高耐圧性、機械的強度を十分に利用した回路基板を得ることができる。

比較のため、実施例1のAlN基体を用い、鉛、銻素を含まないAuペースト(Bi、Cd含有アルミナ用)を用いて導体路を形成したところ、市販のセロファンテープで簡単に剥離してしまった。

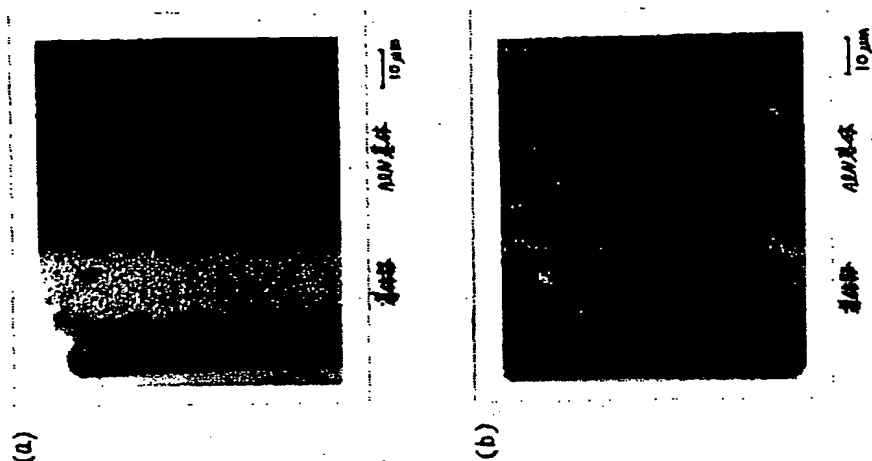
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図および第3図は、XMA面分析写真、第2図および第4図は、XMA線分析写真。

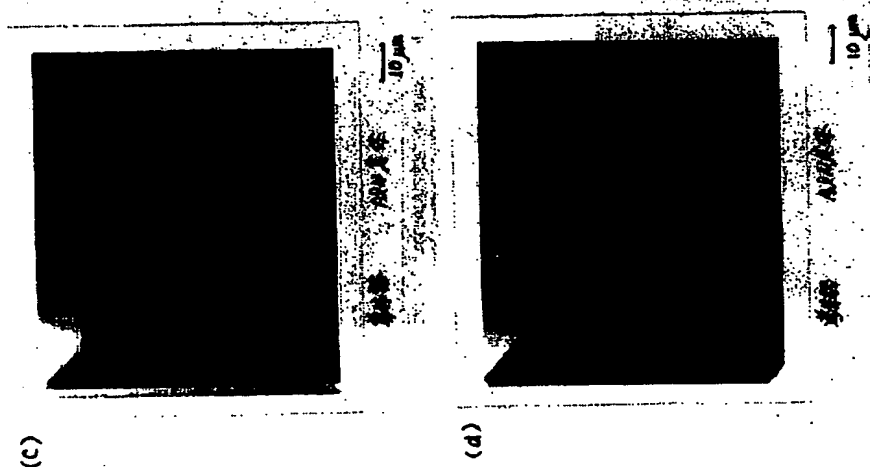
代理人 弁理士 則近恵佑 (ほか1名)

BEST AVAILABLE COPY

第 1 図



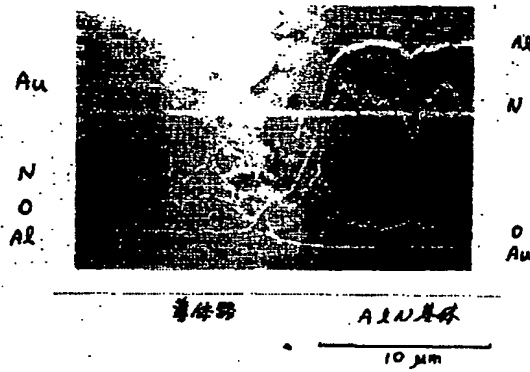
第 2 図



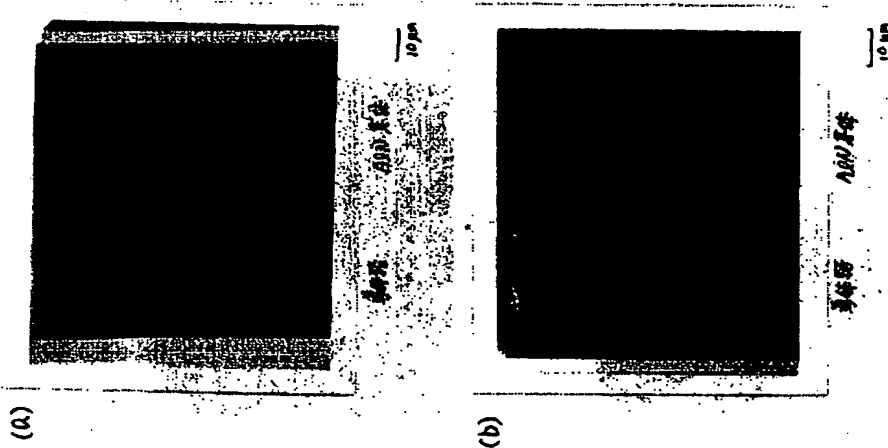
BEST AVAILABLE COPY

第 2 図

BEST AVAILABLE COPY



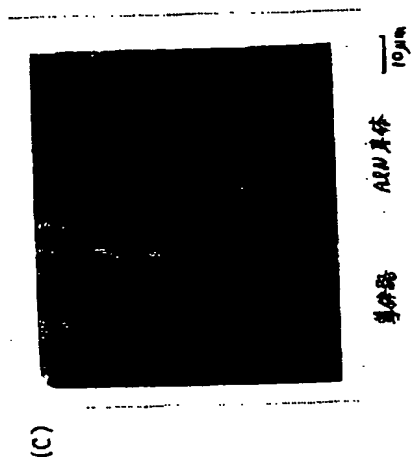
第 3 図



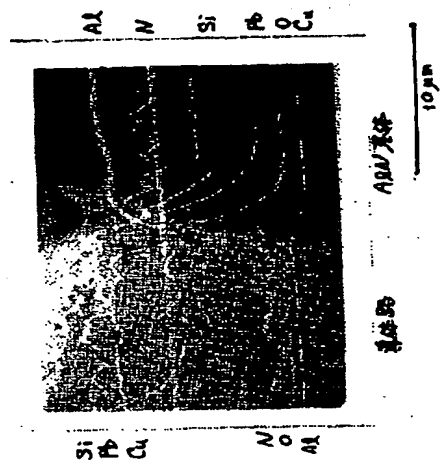
BEST AVAILABLE COPY

BEST AVAILABLE COPY

第 3 図



第 4 図



BEST AVAILABLE COPY